

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-121325
 (43)Date of publication of application : 12.05.1998

(51)Int. Cl. D01F 6/18
 D01F 9/22

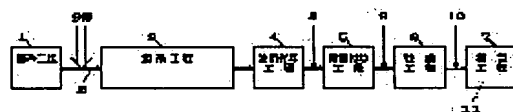
(21)Application number : 08-289062 (71)Applicant : TORAY IND INC
 (22)Date of filing : 14.10.1996 (72)Inventor : YAMANAKA SHUICHI
 SHINDO MASAKATSU
 MORIKAWA HARUKI

(54) PRECURSOR FIBER BUNDLE FOR CARBON FIBER AND ITS PRODUCTION AND PRODUCTION OF CARBON FIBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the subject fiber bundle enabling to produce desired carbon yarns having a high strength and a high elastic modulus in good productivity by maintaining the form of one two, when received in a container, and subsequently dividing the tow into plural small tows, when drawn out from the container.

SOLUTION: Plural fibers are produced in a spinning process 1, and subsequently drawn and washed in a fiber-producing process 3 in a state divided into plural groups 2 each having the prescribed number of the fibers. The plural groups 8 are treated in a fishing oil-imparting process 4 and in a twisting process 5 and subsequently bundled into a tow. When the plural groups 8 are collected, the salvage parts (side end parts) of the groups 8 are weakly interlaced with each other. After treated in a drying process 6, the carbon fiber precursor bundle 10 in the form of one two is packed in a packing process 7. Thus, the packed fiber bundle 11 potentially having an ability to be divided into plural small tows in the lateral direction is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.02.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-121325

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月12日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

D 0 1 F 6/18
9/22

D 0 1 F 6/18
9/22

E

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-289062

(22) 出願日 平成8年(1996)10月14日

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 山中 秀一

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 真藤 政勝

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 森川 春樹

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

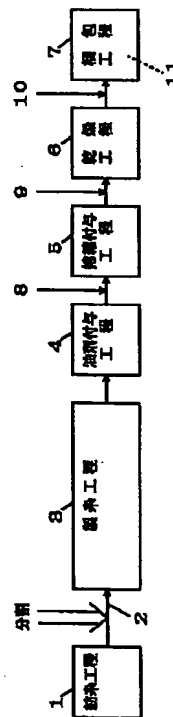
(74) 代理人 弁理士 伴 俊光

(54) 【発明の名称】 炭素繊維用前駆体繊維束とその製造方法および炭素繊維の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 炭素繊維工程における繊維束の太さの制約を考慮しつつ、太い前駆体繊維束を製造し、生産性を高めるとともに製造コストを低減する。

【解決手段】 容器への収容時には1本のトウの形態を保ちながら、容器から引き出して使用するときには複数の小トウに分割可能な幅方向における分割能を有することを特徴とする炭素繊維用前駆体繊維束、その製造方法、およびそれを用いた炭素繊維の製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 容器への収容時には1本のトウの形態を保ちながら、容器から引き出して使用するときには複数の小トウに分割可能な幅方向における分割能を有することを特徴とする炭素繊維用前駆体繊維束。

【請求項2】 5万デニール以上25万デニール以下の小トウへの分割能を有するトータルデニールが30万デニール以上150万デニール以下のアクリル系合成繊維トウからなる、請求項1の炭素繊維用前駆体繊維束。

【請求項3】 捲縮が付与されている、請求項1または2の炭素繊維用前駆体繊維束。

【請求項4】 捲縮が付与されないストレートトウからなり、水分率が10%～50%の範囲にある、請求項1または2の炭素繊維用前駆体繊維束。

【請求項5】 小トウへの分割部以外の部分における、フックドロップ法による交絡度が 10 m^{-1} ～ 40 m^{-1} の範囲にある、請求項1ないし4のいずれかに記載の炭素繊維用前駆体繊維束。

【請求項6】 小トウへの分割部における、フックドロップ法による交絡度が 1 m^{-1} ～ 10 m^{-1} の範囲にある、請求項1ないし5のいずれかに記載の炭素繊維用前駆体繊維束。

【請求項7】 紡糸された複数本の糸を、各群が所定の糸本数となるように複数の群に分割し、該分割状態にて製糸した後、製糸された複数の群を、1本のトウの形態で、かつ、後の使用時には前記複数の群からなる複数の小トウに分割可能な形態に集束して容器に収容することを特徴とする、炭素繊維用前駆体繊維束の製造方法。

【請求項8】 前記複数の群を、複数並列に走行させる、請求項7の炭素繊維用前駆体繊維束の製造方法。

【請求項9】 請求項1ないし6のいずれかに記載の炭素繊維用前駆体繊維束を用い、該炭素繊維用前駆体繊維束を小トウに分割した後、耐炭化工程、炭化工程に供することを特徴とする、炭素繊維の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、炭素繊維用前駆体繊維束とその製造方法および炭素繊維の製造方法に関する。さらに詳しくは、製造コストが低く、生産性に優れ、糸切れ、毛羽の発生が少なく、炭素繊維製造過程において、各工程に応じたトウ形態を採ることが可能な炭素繊維用前駆体繊維束とその製造方法、およびそれを用いた炭素繊維の製造方法に関するものである。本発明は、とくに、湿式紡糸される炭素繊維用アクリル系前駆体繊維束およびそれを用いた炭素繊維の製造に好ましく利用できる。

【0002】

【従来の技術】従来、炭素繊維用アクリル系前駆体としては、高強度、高弾性率の炭素繊維を得るために、糸切れや毛羽の発生の少ない、品質の優れた3,000フィ

ラメントから20,000フィラメントの原糸（繊維束）が製造され、この原糸から製造された炭素繊維が航空・宇宙、スポーツ分野等に用いられてきた。これらの開発においては、高強度、高弾性率化の検討が主として行われ、具体的には、分子の配向度、緻密性、単糸の糸切れ、毛羽、接着、耐炭化促進等について検討されてきた。

【0003】近年になり、炭素繊維は自動車、土木・建築、エネルギー、コンパウンド等、一般産業分野に進出しつつあり、より安価で高強度・高弾性率、より生産性に優れた、多糸条の炭素繊維製造用の原糸が要求されている。

【0004】しかし、従来からの炭素繊維の製造においては、原糸は、マルチフィラメントとして製造し、チーズまたは紙管（あるいはボビン）に巻き上げた状態で、そのまま炭素繊維製造工程に供給されており、炭素繊維製造工程における制約、とくに耐炭化工程における原糸の太さの制約から、著しく生産性が悪くなっている。

【0005】すなわち、アクリル系前駆体繊維は、炭化処理に先立ち、200～350℃の酸化性雰囲気中で加熱する耐炭化処理に供される。この耐炭化は、酸化と環化を伴う処理であるが、発熱を伴うため、繊維束内部への蓄熱が問題となる。繊維束内部への蓄熱が過剰になると、単糸切れや単糸間融着が生じるため、蓄熱量をあるレベル以下に抑えなければならない。したがって、耐炭化炉にあまり太い、つまりトータルデニールの大きな繊維束を供給することはできず、工業的に生産する上で、使用する繊維束の太さに制限が生じている。そのため、炭素繊維製造用前駆体の繊維束にも太さの制限が生じ、これが前述の如く生産性を悪化させるとともに、製造コスト低減の上での障害となっている。

【0006】なお、本発明に関連して、炭素繊維用前駆体繊維束としてではなく、単なるアクリル系合成繊維の製造方法として、分割可能な捲縮トウの製造方法が特開昭56-4724号公報に開示されている。この方法では、捲縮付与前に分割ピンを用いてトウを分割し、分割された小トウを捲縮付与機を用いて、小トウに分割可能な1本のトウ形態に集束させているが、この方法をそのまま炭素繊維用前駆体繊維束の製造に適用すると、繊維が斜交した30万デニール以上のトウを分割する場合、繊維が密集しているため糸切れが多発して品位が悪くなり、また焼成工程に悪影響を与えることとなる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、炭素繊維製造工程における繊維束の太さの制約を考慮しつつ、前駆体繊維束製造時にはより太くて生産性が良く製造コストが安価になるようにし、炭素繊維製造時には必要な太さの小トウに容易に分割可能な、炭素繊維用前駆体繊維束およびその製造方法を提供し、併せてその炭素繊維用前駆体繊維束を用いた炭素繊維の製造方法を提供

することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の炭素繊維用前駆体繊維束は、容器への収容時には1本のトウの形態を保ちながら、容器から引き出して使用するときには複数の小トウに分割可能な幅方向における分割能を有することを特徴とするものからなる。

【0009】この炭素繊維用前駆体繊維束は、たとえば、5万デニール以上25万デニール以下の小トウへの分割能を有するトータルデニールが30万デニール以上150万デニール以下のアクリル系合成繊維トウからなる。

【0010】また、この炭素繊維用前駆体繊維束は、捲縮が付与されているトウの形態とすることもでき、捲縮が付与されないストレートトウの形態とすることもできる。ストレートトウの場合には、水分率が10%~50%の範囲にあることが好ましい。

【0011】また、小トウへの分割部以外の部分における、フックドロップ法による交絡度が $1.0\text{m}^{-1}\sim 4.0\text{m}^{-1}$ の範囲にあることが好ましい。小トウへの分割部における、フックドロップ法による交絡度は、 $1\text{m}^{-1}\sim 10\text{m}^{-1}$ の範囲にあることが好ましい。これによって、使用時に容易に小トウに分割できる。

【0012】また、本発明に係る炭素繊維用前駆体繊維束の製造方法は、紡糸された複数本の糸を、各群が所定の糸本数となるように複数の群に分割し、該分割状態にて製糸した後、製糸された複数の群を、1本のトウの形態で、かつ、後の使用時には前記複数の群からなる複数の小トウに分割可能な形態に集束して容器に収容することを特徴とする方法からなる。

【0013】この方法においては、さらに、上記複数の群を、複数並列に走行させることもできる。

【0014】さらに、本発明に係る炭素繊維の製造方法は、前述の如き炭素繊維用前駆体繊維束を用い、該炭素繊維用前駆体繊維束を小トウに分割した後、耐炭化工程、炭化工程に供することを特徴とする方法からなる。

【0015】このような炭素繊維用前駆体繊維束とその製造方法、およびその炭素繊維用前駆体繊維束を用いた炭素繊維の製造方法においては、紡糸後に複数の群に分割され、各群が、容器への収容、つまり梱包前に、後の使用時に分割可能な1本のトウ形態に集束される。このトウ形態の炭素繊維用前駆体繊維束は、その生産速度と後の焼成工程の処理速度が大きく異なるため、一旦容器に収容され、炭素繊維製造工程に供される。炭素繊維製造工程では、炭素繊維用前駆体繊維束は容器から引き出されて耐炭化工程に供給されるが、このとき各小トウに分割され、耐炭化工程には所定の太さ以下の小トウに分割された状態で供給される。したがって、前述したような過剰蓄熱の問題の発生は防止され、所望の高強度、高

弾性率の炭素繊維が効率よく製造される。炭素繊維用前駆体繊維束製造時にはトータルデニールの大きい繊維束に形成され、炭素繊維製造時には必要な小トウに分割されるので、炭素繊維用前駆体繊維束、炭素繊維の両製造が最も効率の良い条件で行われることになる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。本発明の分割能を有する炭素繊維用前駆体繊維束は、梱包時（容器収容時）には1本のトウの形態を保ちながら、使用時には2本以上の複数の小トウに分割が可能な、潜在的な分割能を有する炭素繊維用前駆体繊維束である。

【0017】このような炭素繊維用前駆体繊維束は、たとえば図1に示すようなアクリル系前駆体繊維束の製造工程により製造される。紡糸工程1において、複数の糸条が紡糸される。紡糸の方法はとくに限定されず、たとえば口金から紡出される多数の糸条を凝固浴内で凝固させる湿式紡糸を採用できる。紡糸された複数本の糸は、各群が所定の糸本数となるように複数の群2に分割される。この分割は、湿式紡糸の場合には、凝固浴出口あるいは凝固浴中で行うことができる。分割は、分割用ガイド（たとえばガイドバー）を用いて行うことができる。

【0018】分割された複数の群2は、該分割状態にて、製糸工程3、仕上油剤付与工程4中を通過される。

【0019】各単糸が所定サイズに形成された製糸後の複数の群8は、本実施態様ではクリンパを備えた捲縮付与工程5に供され、この捲縮付与により、各々が小トウ形態を有する、所定数の複数の群8が、1本のトウ9の形態に集束される。この集束においては、各群8、すなわち、小トウ形態を有する各糸条群8の耳部（側端部）における糸条同士が斜交され、互いに弱く交絡し、その結果複数の糸条群8が1本のトウ形態に保持される。上記耳部における糸条の斜交による交絡は弱いものである。1本のトウ形態に保持された後の、後述の炭素繊維製造工程に供されて使用される際に、容易に耳部から各糸条群8毎に分割可能となっている。すなわち、捲縮が付与され、乾燥工程6を経た後、1本のトウ形態に集束された炭素繊維用前駆体繊維束10は、複数の小トウに分割可能な幅方向における分割能を潜在的に有するものに形成される。

【0020】このように形成された炭素繊維用前駆体繊維束10は、梱包工程7で容器としてのキャン12内に収容される。上記所定数の複数の群8を複数並列に走行させ、所定数の群が集束されたトウ形態の炭素繊維用前駆体繊維束9を複数並列に形成してもよい。なお、炭素繊維用前駆体繊維束10を収納する容器としては、ベールを用いてもよい。

【0021】上記の如く製造された炭素繊維用前駆体繊維束11は、キャン12内に収容した状態で炭素繊維製造工程に供される。このように一旦容器内に収容する理

由は、炭素繊維用前駆体繊維束製造工程と炭素繊維製造工程との間に大幅な速度差があるため、一旦中間ストック状態を採らざるを得ないためである。

【0022】炭素繊維は、たとえば図2に示すような工程により製造される。図2に示す炭素繊維製造工程においては、図1に示した工程で製造された炭素繊維用前駆体繊維束11が、キャン12に収容された状態で供給される。複数の炭素繊維用前駆体繊維束11が同時に処理される場合には、さらに必要な数だけのキャンが準備される。

【0023】キャン12から引き出された炭素繊維用前駆体繊維束11は、耐炭化炉14前に設けられた分割工程13にて、前述の小トウ毎に分割される。この分割は、たとえば溝付ロールや分割用ガイドバーを用いて行うことができる。前述の如く、小トウ同士は、それらの耳部で弱い交絡によって集束されているので、ここでの分割は極めて容易に行うことができる。また、分割に際して、毛羽の発生や糸切れも殆ど生じない。

【0024】このように小トウ形態に分割された状態で耐炭化工程14で耐炭化処理が行われる。耐炭化は、耐炭化炉内で、酸化性雰囲気下で200～350℃にて加熱処理を行うことにより施される。所定サイズ以下の小トウに分割された状態で耐炭化されるので、過剰蓄熱は起こらず、耐炭化処理における糸切れや単糸間融着も防止される。

【0025】耐炭化された繊維束は、炭化工程15（焼成工程）を経、必要に応じてサイジング剤付与等の表面処理工程16を経て、炭素繊維とされ、巻取工程17で巻き取られる。耐炭化処理が適切な太さの繊維束に対して行われる結果、得られる炭素繊維も、強度、弾性率に優れたものとなる。

【0026】前述の炭素繊維用前駆体繊維束は、トータルデニールが30万デニール以上150万デニール以下、好ましくは40万デニール以上120万デニール以下で、最終的に繊維が得られた段階で5万デニール以上25万デニール、好ましくは8万デニール以上15万デニールの小トウへの分割能を有する炭素繊維用前駆体繊維束であることが好ましい。炭素繊維用前駆体繊維束が30万デニール未満の場合、単糸間の交絡度が10m⁻¹未満となり易く、単糸の斜交性がなくトウの形状が悪く、焼成工程でトウを立ち上げ、焼成を実施すると単糸間のずれから張力むらが発生し断糸の原因となる。また、150万デニールを越える場合、単糸間の接着が強くなり、延伸斑、糸切れが多くなって、製糸、焼成での生産性が悪くなる。また、分割される小トウのトータルデニールが5万デニール未満の場合、焼成工程での生産性が悪く、25万デニールを越える場合は、焼成むらが発生し品位が低下する。

【0027】また、炭素繊維用前駆体繊維束の形態は、捲縮を付与することにより単糸間の接着が無くなり炭素

繊維の強度が発現しやすい。望ましい捲縮数は8山/25mm以上13山/25mm以下、好ましくは10山/25mm以上12山/25mm以下である。8山/25mm未満の場合は単糸間の接着がとれにくく、炭素繊維の強度が発現しにくい。また13山/25mmを越える場合は、単糸の挫屈により強度が低下する。

【0028】本発明に係る炭素繊維用前駆体繊維束は捲縮処理を施さないストレートトウに形成することもできる。ストレートトウの場合、単糸の交絡度が小さいため、水分を含ませて集束性を持たせるとよい。この場合の水分率は、10%以上50%以下が望ましい。10%未満の場合は集束性が悪く、また50%を越えると梱包率が悪くなることがある。

【0029】炭素繊維用前駆体繊維束の製造工程においては、ポリマー溶液からポリマーを紡糸した後、凝固された段階で任意に分割して行うことができるが、ここで用いる分割用ガイドは、なるべくトウに摩擦力がかからず損傷を与えないものが好ましく、材質、形状はとくに問わない。しかし、ガイドによる分割部の幅は重要で、この分割部の幅は、ストレートトウの場合はトウを最終的に採取する段階で分割された小トウと小トウとが1mm程度オーバーラップして斜交する程度のガイド幅が好ましい。また捲縮を付与されたトウも同様で、捲縮付与工程に入る前に1mm程度斜交する程度のガイド幅が好ましい。凝固工程のみの分割でこのような分割形態が取れない場合は、他の工程でも分割を実施し、強制的にトウとトウを1mm程度斜交させ捲縮付与などを実施するようにしてもよい。また、とくに望ましいガイドの形状は、楕円、菱形等で、接触面積をなるべく少なくしガイドによる擦過、損傷を少なくする。とくに楕円の場合、長径方向で分割するのが好ましい。

【0030】たとえば5万デニール以上の小トウ単位に分割するときには、製糸工程で分割されるトウとトウの間隔は1.5cm以上2cm以下が好ましい。1.5cm未満の場合、後の工程で用いられるニップローラ等で引き取られるとき、分割されたトウとトウが斜交しすぎて、焼成工程で再び分割するときに、糸切れ、毛羽が多く発生し焼成工程でのトラブルの原因や品位の低下になるので好ましくない。また、2cmを越える場合、今度はトウとトウの絡みが少なく、ストレートトウ採取工程、捲縮付与工程でのトウ間の引き取りむらによる長さ方向のむらや、噛み込みトラブルの原因となったりするので好ましくなく、またトウの形状が悪くなる。

【0031】

【実施例】以下、本発明を実施例により具体的に説明する。

実施例1～10、比較例1

アクリロニトリル（AN）／アクリル酸メチル（MEA）／メタクリルスルホン酸ナトリウム（SMAS）／イタコン酸（IA）＝93.5／5.5／0.5／0.

5 (重量比) からなるアクリル系共重合体のジメチルスルホキシド (DMSO) 溶液を、30℃、60% DMSO 水溶液中に40万デニールを湿式紡糸し、凝固浴出口で10万デニールずつ4分割した。このとき用いた分割ガイドの長径が1.5 cmとしたものを実施例1、1 cmとしたものを実施例2、2.5 cmとしたものを実施例3とした。その後、延伸工程、水洗、油剤付与工程等を経て捲縮付与を実施した。凝固工程で分割せず捲縮付与工程に入る前でのみ分割したものを比較例1とした。

【0032】また、実施例1において水分率が2.5%、40%、60%になるよう仕上げ油剤を付与し、ストレートトウとして採取したものを実施例4、実施例5、実施例6とした。また、27万デニールを湿式紡糸し、凝固浴出口で9万デニールずつ3分割してやり、このとき用いた分割ガイドの長径が1.5 cmとしたものを実施例7とし、40万デニールを湿式紡糸し、凝固浴出口で4万デニールずつ10分割してやり、このとき用いた分割ガイドの長径が1.5 cmとしたものを実施例8とし、160万デニールを湿式紡糸し、凝固浴出口で10万デニールずつ16分割してやり、このとき用いた分割ガイドの長径が1.5 cmとしたものを実施例9とし、160万デニールを湿式紡糸し、凝固浴出口で4万デニールずつ40分割してやり、このとき用いた分割ガイドの長径が1.5 cmとしたものを実施例10とした。その後、延伸工程、水洗、油剤付与等を経て捲縮付与を実施し、乾燥を実施して各水準5000mサンプルを採取し、トウの分割性、交絡度、接着の評価を実施した。結果を表1に示す。

【0033】なお、各特性の評価方法は以下の通りであ

る。

(1) 分割性の評価

分割性の評価は、捲縮を付与したトウを5000m採取し、端から端まで手で分割する。このとき、分割能が乏しく、ハサミ等で強制的に分割したものを△、サンプル採取するとき、糸切れ、分割不良が発生し分割不可能でサンプル採取できなかったものを×、機械的力を加えることなくトウ全長にわたって簡単に分割できたものを○とする。

【0034】(2) フックドロップ法による交絡度の評価

トウを2万デニール/cmの幅に広げ、20g/1万デニールの荷重を掛け吊るす。先から2cm直角に折り曲げられた直径1mmの針金に100gの重りを吊り下げ、重りをトウにひっ掛け自由落下させたときの落下長をXmとすると、

$$\text{交絡度} = 1/X$$

とする。20回の平均値を使用する。

【0035】(3) 接着評価

5mm長にカットされた繊維を約1万本に相当する量を採取する。ビーカーに回転子と0.1%のノイゲンSSを100ml入れ、サンプルを入れてマグネチックスターで1分間攪拌処理し、黒色戸紙で吸引戸過を実施し、繊維の分散性を目視判定してランク付けを行う(1～6級)。1級側に近づく程接着が良好であり、6級に近づく程劣る。

【0036】

【表1】

	ガイド径 (cm)	水分率 (%)	分割性	交絡度	接 着 (級)	焼 成 生産性
実施例1	1.5	—	○	22.2	1.5	○
実施例2	1.0	—	△	17.3	1.5	○
実施例3	2.5	—	○	28.3	1.5	○
実施例4	1.5	2.5	○	8.3	3.0	△
実施例5	1.5	40	○	11.9	3.0	○
実施例6	1.5	60	○	13.4	3.0	△
実施例7	1.5	—	○	8.2	1.5	△
実施例8	1.5	—	○	23.4	1.5	△
実施例9	1.5	—	△	42.5	6.0	△
実施例10	1.5	—	△	43.5	6.0	△
比較例1	捲縮前分割：糸切れ 多発し分割不可能		×	—	—	—

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、炭素繊維用前駆体繊維束は梱包時には1本のトウの形態を保ちながら、使用時には幅方向に分割能を有し、容易

に所望の小トウに分割できるから、太い炭素繊維用前駆体繊維束を製造してその生産性を大幅に向上できるとともに、炭素繊維製造工程では所定の太さの繊維束にして安定した耐炎化処理を行うことができる。したがって、

炭素繊維用前駆体繊維束の生産性向上と、優れた特性の炭素繊維の安定生産とを同時に達成でき、炭素繊維製造コスト低減に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

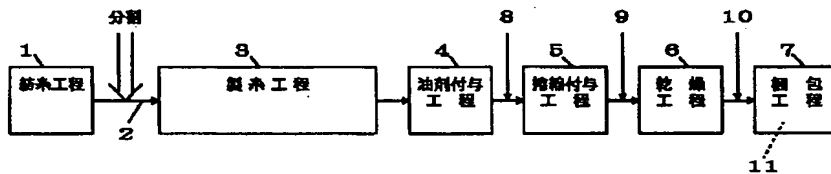
【図1】本発明の一実施態様に係る炭素繊維用前駆体繊維束製造装置の概略構成図である。

【図2】本発明の一実施態様に係る炭素繊維製造装置の概略構成図である。

【符号の説明】

- | | |
|-------------|--------------------------------|
| 1 紡糸工程 | 5 捲縮付与工程 |
| 2 複数の群（糸条群） | 6 乾燥工程 |
| 3 製糸工程 | 7 梱包工程 |
| 4 油剤付与工程 | 8 製糸された複数の群（糸条群） |
| 4 油剤付与工程 | 9、10 1本のトウの形態に集束された炭素繊維用前駆体繊維束 |
| | 11 梱包された炭素繊維用前駆体繊維束 |
| | 12 容器としてのキャン |
| | 13 分割工程 |
| | 14 耐炎化工程 |
| | 15 炭化工程 |
| | 16 表面処理工程 |
| | 17 巻取工程 |

【図1】



【図2】

